

## **Modelación del riesgo de inundación mediante análisis multicriterio en SIG para el municipio de Garzón Huila**

Leidy Geovanna Andrade Medina [lgandradem@unadvirtual.edu.co](mailto:lgandradem@unadvirtual.edu.co)

Docente Asesor: Alex Enrique Ordonez Hoyos

Correo Docente: [alex.ordonez@unad.edu.co](mailto:alex.ordonez@unad.edu.co)

### **Resumen**

Este estudio se enfocó en la zonificación y caracterización del riesgo de inundación dentro del municipio de Garzón, utilizando un Sistema de Información Geográfica (SIG) como herramienta fundamental para la planificación territorial y la gestión del riesgo de desastres. (Chang, 2019). La metodología implicó un análisis multicriterio (AMC) basado en la superposición ponderada de capas temáticas clave, incluyendo la pendiente, altitud, distancia a la red de drenaje y un factor de precipitación. Estos insumos, derivados principalmente de un Modelo Digital de Elevación (MDE) y la cartografía hidrográfica, fueron reclasificados para reflejar la amenaza y posteriormente integrados para construir un índice espacial de riesgo.

El producto cartográfico final es un mapa continuo que segmenta el territorio de Garzón en cinco categorías de riesgo. Los resultados demuestran la existencia de áreas extensas con riesgo alto y muy alto, concentradas en las zonas de menor elevación y en las planicies cercanas a los cursos de agua, lo cual se alinea con la geomorfología local y sus dinámicas de desbordamiento. Por el contrario, los sectores de riesgo bajo y muy bajo se localizan en las elevaciones más pronunciadas y con mejor drenaje. Esta delimitación es un aporte estratégico para la identificación de áreas prioritarias para la implementación de medidas de mitigación y la actualización de los instrumentos de ordenamiento territorial de Garzón.

**Palabras clave:** Análisis multicriterio; SIG; Inundaciones; Amenaza; Ordenamiento territorial.

## **Introducción**

El incremento de la variabilidad climática y la intensificación de eventos hidrometeorológicos extremos han elevado la exposición de municipios asentados en valles interandinos y planicies aluviales a procesos de anegamiento, desbordamiento y saturación de suelos. En el caso de Garzón, la configuración territorial combina: sectores semimontañosos asociados a la Cordillera Oriental y áreas relativamente planas vinculadas al valle del río Magdalena, además de la influencia del río Suaza, que atraviesa el municipio y desemboca en el Magdalena dentro de su jurisdicción.

Dicha condición fisiográfica favorece contrastes espacio-temporales en la respuesta hidrológica: mientras las zonas con mayor pendiente tienden a concentrar y conducir la escorrentía, las áreas de menor gradiente topográfico presentan mayor probabilidad de acumulación superficial, especialmente cuando convergen drenajes, humedales locales, planicies y coberturas con baja infiltración. En este marco, los Sistemas de Información Geográfica permiten integrar variables del relieve y la hidrografía para construir modelos explícitos en el espacio, aportando evidencia reproducible para decisiones de uso del suelo, localización de infraestructura y priorización de intervenciones.

Como lineamiento institucional, el municipio cuenta con instrumentos de ordenamiento territorial (PBOT y procesos de revisión/actualización) que proporcionan bases para incorporar determinantes de riesgo en la planificación (Alcaldía de Garzón, 2007). En consecuencia, este ejercicio aplica un modelo EMC en SIG orientado a caracterizar el riesgo relativo de inundación en Garzón, asumiendo que los mapas, tablas y figuras del Documento Base corresponden a este municipio y constituyen el eje interpretativo del análisis.

## **Objetivos**

### **General**

Implementar un protocolo de Evaluación Multicriterio (EMC) en un entorno de Sistema de Información Geográfica (SIG) para la cuantificación espacial de la amenaza por inundación en el municipio de Garzón, buscando determinar la susceptibilidad territorial como base técnica esencial para la revisión y corrección normativa de los instrumentos de ordenamiento territorial municipal.

### **Específicos**

Preparar y ajustar las capas geográficas esenciales (elevación, drenaje y relieve) para utilizarlas como variables de entrada en la modelación SIG de Garzón.

Definir los pesos relativos de cada variable de amenaza (pendiente, proximidad a cauces) e integrarlas en la plataforma SIG para generar el mapa continuo del índice de riesgo hídrico.

Clasificar el riesgo en categorías cualitativas y producir la cartografía final de zonificación. Con base en esta, establecer los lineamientos de intervención para las zonas críticas en el ordenamiento de Garzón.

### **Identificación del caso de estudio**

El municipio de Garzón se localiza estratégicamente en el suroriente del departamento del Huila, presentando una estructura territorial de alta heterogeneidad geomorfológica. Esta se define por tres unidades principales: una franja occidental de valle aluvial modelada por el río Magdalena; una región central caracterizada por superficies planas o semiplanas, que pueden clasificarse como llanuras de deposición; y una región oriental de transición que asciende hacia zonas semimontañas.

Hidrológicamente, la exposición al riesgo se articula en torno a dos ejes fluviales principales. El río Magdalena, actuando como límite occidental, genera la llanura aluvial con cotas bajas y alta susceptibilidad a la inundación. Adicionalmente, el río Suaza constituye un componente decisivo, ya que cruza el municipio y confluye con el Magdalena dentro del territorio de Garzón. La interconexión de estos ejes principales con un denso sistema de caños y humedales secundarios amplifica el fenómeno de desbordamiento, especialmente en la zona de confluencia y las áreas de deposición, donde la altitud es mínima y las pendientes son predominantemente suaves.

Desde una perspectiva de ordenamiento agroambiental, esta configuración espacial dictamina que la amenaza de inundación no es uniforme, sino que tiende a intensificarse en las áreas de valle y las superficies de baja pendiente. En estos sectores, la conectividad hidráulica es crítica, y la saturación del suelo condiciona la acumulación superficial de agua por periodos prolongados. La baja altitud y los escasos desniveles limitan la capacidad de evacuación, incrementando la vulnerabilidad de los usos agropecuarios y los asentamientos humanos localizados en estas áreas. (DANE, 2018).

A esto se suma el régimen climático tropical monomodal de Garzón, con una temporada lluviosa marcada entre abril y noviembre. La precipitación anual supera habitualmente los 2.000 mm, concentrándose los máximos mensuales en mayo y junio (IDEAM, s.f.). Este patrón genera una correlación directa entre la intensidad de las lluvias y el riesgo de desbordamiento de los cauces. Por consiguiente, el modelo de susceptibilidad debe priorizar las variables topográficas y la proximidad a los ejes hídricos como factores determinantes (Malczewski, 2004).

### **Metodología**

La homogeneización de los insumos cartográficos se ejecutó en el entorno del Sistema de Información Geográfica (SIG). Para asegurar la compatibilidad y la precisión de los datos a escala municipal, toda la información geográfica fue proyectada al sistema de referencia espacial MAGNA-SIRGAS CMT-12 (IGAC, 2007), estableciendo además una resolución espacial uniforme.

Una vez ajustados los insumos, se procedió a la integración de las variables esenciales para el modelo de amenaza. El Modelo Digital de Elevación (MDE) de Garzón fue el punto de partida.

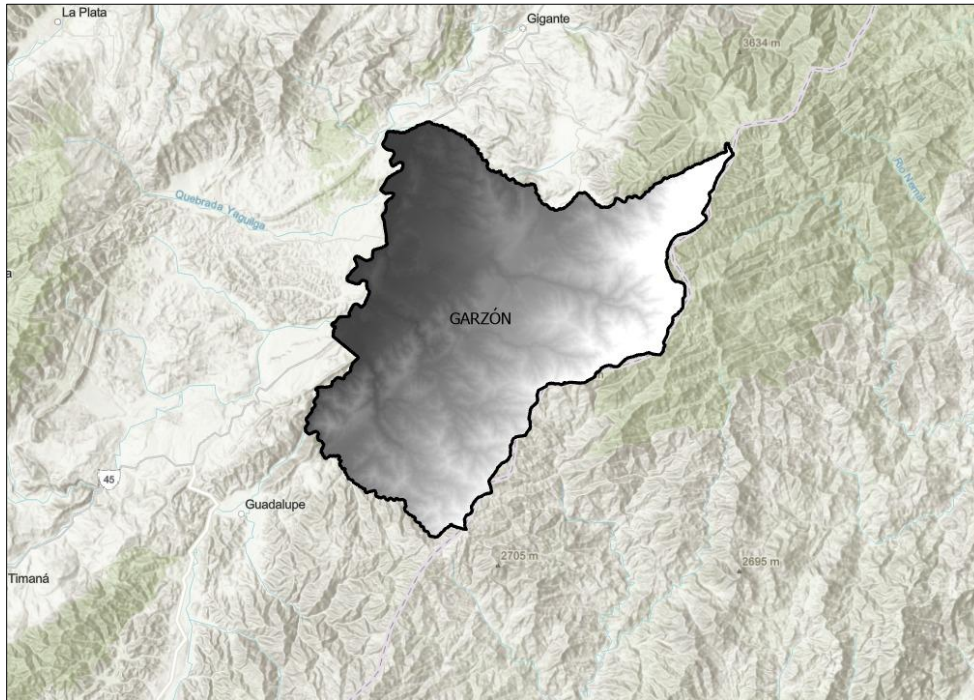


Figura 1.  
*Modelo Digital de Elevación (MDE) recortado al límite municipal de Garzón, insumo base para la derivación de variables topográficas.*  
Autoría propia

A partir del MDE se generaron variables clave como la pendiente (inclinación del terreno) y se calcularon las distancias a la red de drenaje (proximidad a ríos y caños). A este conjunto se añadieron los datos de cobertura del suelo (que influye en la infiltración) y el ráster de precipitación máxima registrada. La integración de estos factores permitió establecer una caracterización completa del terreno, relacionando su forma, su capacidad para absorber agua y su cercanía a los cauces que pueden desbordarse.

Finalmente, se aplicó la lógica del Análisis Multicriterio (Malczewski, 2004). Cada capa de información fue reclasificada asignándole un puntaje según su nivel de contribución a la susceptibilidad de inundación, y posteriormente se le asignó un peso relativo. Mediante la combinación ponderada de estas variables en el SIG, se obtuvo el Índice Continuo de Susceptibilidad a Inundación. Este resultado cartográfico es la base para diferenciar claramente las zonas con mayor probabilidad de anegamiento, lo que permite orientar las medidas de planificación territorial y gestión del riesgo en el municipio de Garzón.

### **Construcción de la Capa de Distancia a Drenajes**

Para generar el mapa de distancia a los drenajes en Garzón (Huila), se utilizó como fuente principal de datos el Modelo Digital de Elevación (MDE).

El primer paso fue asegurar la correcta simulación del flujo superficial. Para lograrlo, se aplicó la función Fill del análisis hidrológico, un proceso que corrige el MDE al eliminar las depresiones topográficas menores y garantizar así la continuidad del escurrimiento del agua (Jenson & Domingue, 1988).

Una vez corregida la elevación, se determinó la dirección de flujo y la acumulación de escorrentía. Estos cálculos fueron esenciales, ya que permitieron identificar las celdas con la mayor concentración de caudal, las cuales señalan la ubicación probable de los cauces principales, definidos siempre en función de los gradientes de pendiente descendente (Tarboton, 1997).

En una fase posterior, se hizo necesaria la integración de otros insumos como las capas de cobertura y uso del suelo junto con el límite administrativo del municipio. Para preparar estas variables destinadas al modelo de riesgo, se aplicaron técnicas de geoprocésamiento como la conversión de polígonos a formato ráster, la extracción por máscara, la disolución de geometrías y la reclasificación de valores, logrando la homogenización de los formatos. (Chang, 2019).

Finalmente, se derivó la capa Stream (la red de drenaje) a partir del ráster de acumulación de flujo, estableciendo un umbral para aislar únicamente los cursos de agua principales. Con la red de drenaje definida, se empleó la función Distancia Euclidiana para cuantificar la separación geográfica de cada celda respecto al canal de agua más cercano. Este resultado fue crucial para establecer la relación entre las áreas potencialmente inundables y su cercanía a los cuerpos hídricos de Garzón.

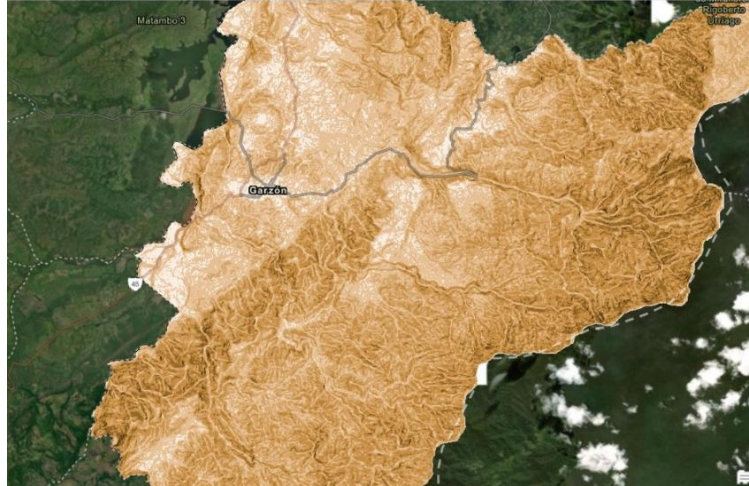


Figura 2  
*Pendientes municipio de Garzón*  
Fuente. Autoría propia

### **Modelado Final y Segmentación del Riesgo**

Durante la etapa de modelado, los factores geográficos considerados más influyentes en la generación de inundaciones dentro de Garzón fueron combinados y analizados (Malczewski, 2004). Estos factores incluyeron la elevación del terreno, el mapa de pendientes, los datos de precipitación máxima, el uso y cobertura del suelo, y la proximidad a los cauces de agua.

El primer paso fue transformar todas estas capas temáticas a una escala de valores unificada. Esta estandarización fue fundamental para asegurar que los distintos tipos de datos fueran comparables y pudieran integrarse correctamente en el modelo.

Cada ráster fue sometido a una reclasificación específica. Este proceso consistió en asignar un puntaje a cada categoría o valor, reflejando su grado de contribución a la susceptibilidad de inundación. Las calificaciones variaron desde condiciones asociadas a una baja propensión al anegamiento hasta aquellas que indicaban una alta probabilidad de desbordamiento.

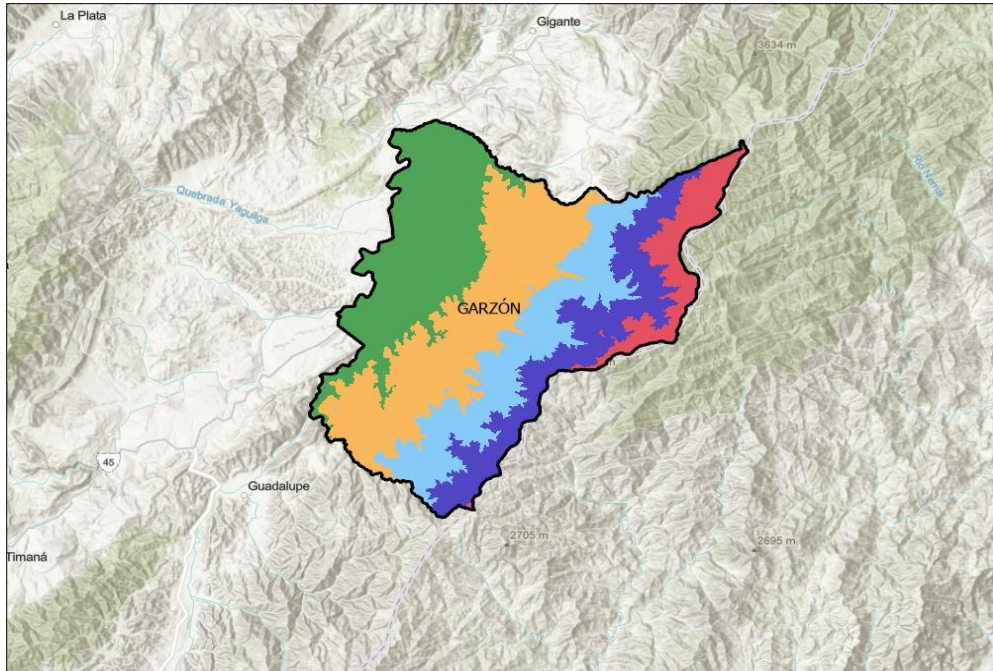
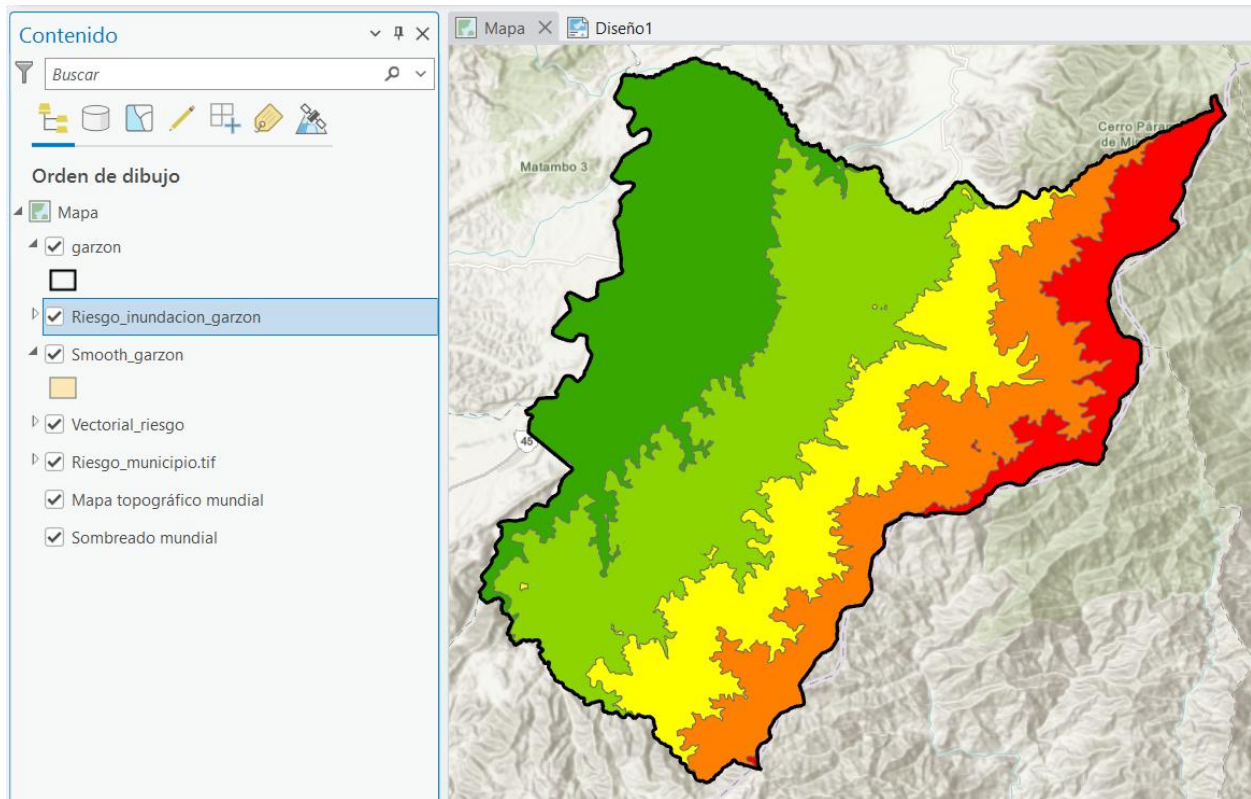


Figura 3

*Clasificación de altitud del MDE de Garzón, utilizada para ponderar la susceptibilidad a inundación.*

Fuente. Autoría propia

Una vez obtenido el Mapa de Índice de Riesgo en formato ráster mediante el Análisis Multicriterio, se procedió con el flujo vectorial para generar el producto final editable y cuantificable. El primer paso fue transformar el ráster continuo a geometrías poligonales mediante la herramienta Raster to Polygon, lo que permitió incorporar el valor de la celda ráster al nuevo campo Gridcode del vector. Este procedimiento se evidencia en la Figura 4 (Pantallazo del Proceso Vectorial). Para refinar la apariencia cartográfica y eliminar el efecto de pixelación, se aplicó la herramienta Smooth Polygon utilizando la interpolación BEZIER\_INTERPOLATION. Posteriormente, la capa se simplificó ejecutando la herramienta Dissolve utilizando el campo Gridcode como criterio de disolución. Finalmente, se crearon los campos Class\_riesgo (para asignar el nivel cualitativo) y Área\_km2, poblando este último con los valores precisos en kilómetros cuadrados mediante la función de cálculo de geometría, datos que permitieron la cuantificación final de la exposición territorial y la elaboración de la Tabla 1 y su resumen en la Figura 5 (Tabla de Atributos Cuantificados). Con la capa vectorial finalizada, se procedió a su maquetación para obtener el mapa cartográfico definitivo de zonificación de riesgo, eje central de los resultados del estudio."



**Figura 4**  
*Flujo vectorial implementado en ArcGIS: Evidencia del proceso de conversión Ráster a Polígono, suavizado (Smooth Polygon) y disolución, realizado para la obtención de áreas cuantificables.*  
 Fuente. Autoría propia

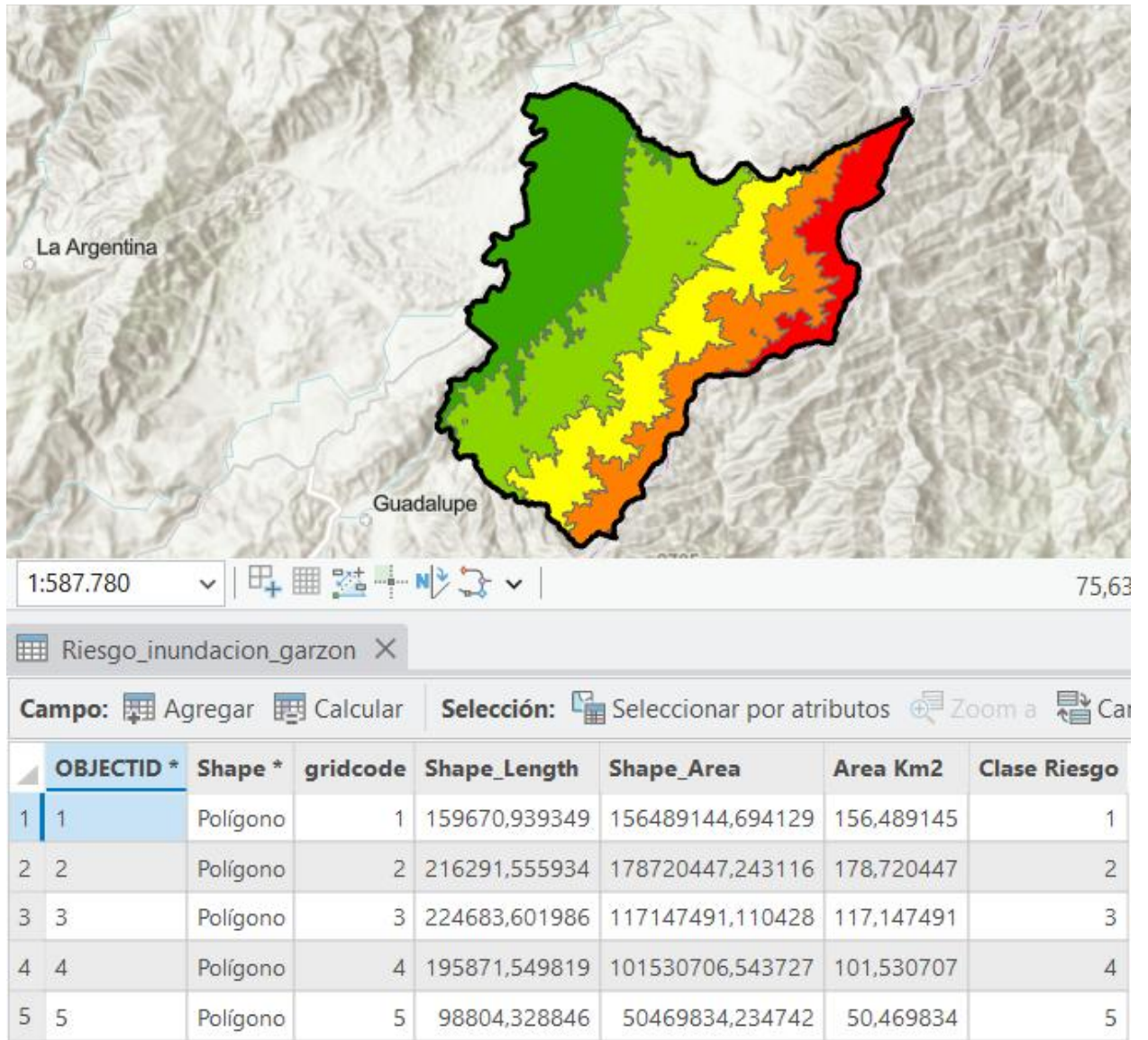


Figura 5  
 Tabla de Atributos del polígono final con los campos Gridcode, Clase\_Riesgo y Area\_Km2 evidenciando la clasificación cualitativa y la cuantificación del área en kilómetros cuadrados.  
 Fuente. Autoría propia

**Resultados**

El modelo espacial, generado mediante la combinación de factores ponderados (Análisis Multicriterio), resultó en la obtención del Índice de Susceptibilidad a Inundación. Para la presentación cartográfica, este índice fue dividido en cinco niveles de riesgo claramente definidos, tal como se visualiza a continuación en el diseño final del mapa.

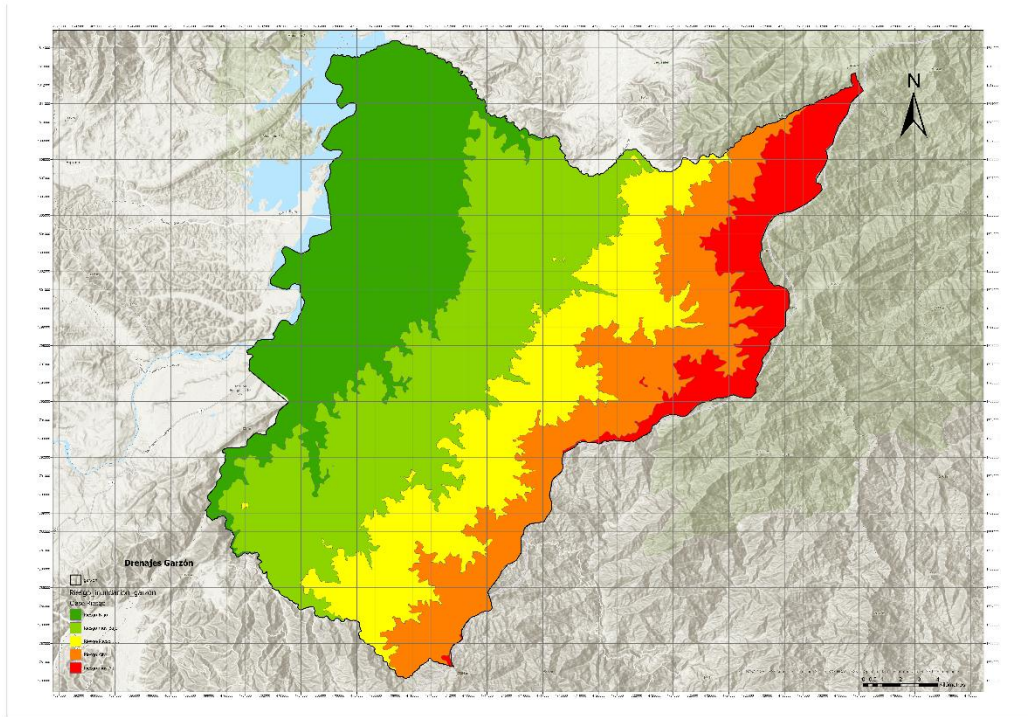


Figura 6  
**Mapa Final Vectorial de Zonificación de Riesgo de Inundación en Garzón, Huila.** Resultado de la superposición ponderada de factores y la conversión a formato poligonal.

Fuente. Autoría propia

**Análisis Cuantitativo del Riesgo**

Además de la visualización espacial, se procedió a un análisis cuantitativo para determinar el impacto real del riesgo en el territorio municipal. Se calculó el área de cada una de las cinco clases de riesgo en kilómetros cuadrados (km<sup>2</sup>), obteniendo una distribución de la superficie total. Los resultados detallados de este cálculo y la distribución porcentual se presentan en la Tabla 1.

<i>Categoría de riesgo</i>	<b>Área estimada (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<i>Muy bajo</i>	156,489145	29,6
<i>Bajo</i>	178,720447	25,9
<i>Medio</i>	117,147491	19,4
<i>Alto</i>	101,530707	16,8
<i>Muy alto</i>	50,469834	8,4
<i>Total</i>	604.36	100

Tabla 1. Distribución del riesgo de inundación en el municipio de Garzón  
 Fuente: Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

El análisis de la distribución superficial del riesgo revela que las categorías de Riesgo Muy Bajo y Bajo concentran la mayor extensión del municipio, sumando un 55.5% de la superficie total. Por otro lado, las categorías de Riesgo Alto y Muy Alto representan conjuntamente el 25.2% del territorio. Esta diferenciación es esencial para identificar las áreas críticas que requieren atención prioritaria en la planificación territorial

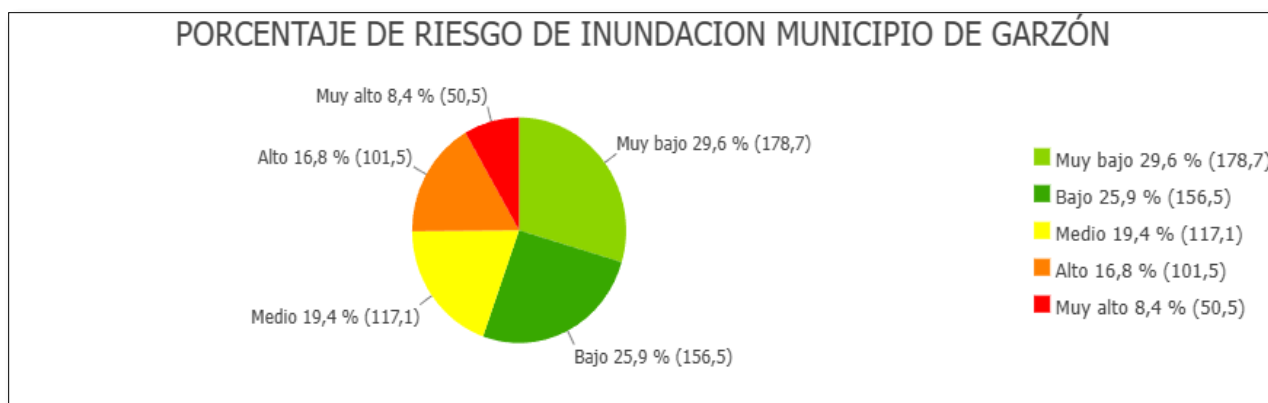


Figura 7.  
 Análisis Cuantitativo de la Exposición Territorial. Distribución porcentual y en km<sup>2</sup> de las cinco categorías de riesgo de inundación en Garzón (Huila).  
 Fuente: Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

### Análisis de Resultados

El modelo de susceptibilidad cartografiado (**Figura 6**) y cuantificado (Tabla 1 y Figura 5) permite una interpretación detallada de la exposición del territorio municipal de Garzón ante eventos de inundación. El análisis de la distribución del riesgo, resumida en la Figura 5, indica que las zonas de riesgo alto y muy alto suman el 25.2% del área municipal. Esta proporción es altamente significativa, ya que se concentra principalmente en los valles aluviales y las planicies de inundación adyacentes a los cuerpos de agua principales. Estas áreas se caracterizan por presentar

pendientes mínimas y suelos con alta capacidad de saturación, elementos que favorecen la acumulación prolongada de agua.

La ubicación de estas zonas de mayor riesgo coincide con sectores donde se desarrollan actividades agropecuarias intensivas y, potencialmente, con asentamientos rurales o barrios ribereños vulnerables. Esto significa que la amenaza no solo afecta la infraestructura natural, sino que también incrementa la vulnerabilidad socioeconómica de la población debido a la exposición directa a desbordamientos e inundaciones lentas en épocas de alta precipitación (DANE, 2018).

Por su parte, la categoría de riesgo medio, que abarca el 19.4% del área, funciona como una zona de amortiguación y transición. Estas áreas generalmente se encuentran en las colinas bajas y sectores intermedios donde la topografía comienza a ganar pendiente y el drenaje es más efectivo. Si bien no presentan la inmediatez del riesgo alto, su susceptibilidad puede aumentar debido a la saturación extrema del suelo o fallas en el sistema de drenaje superficial, lo que sugiere una necesidad de manejo integrado del territorio en estos puntos.

Finalmente, las áreas de riesgo bajo y muy bajo constituyen la mayor parte del municipio, alcanzando un 55.5% de la superficie. Estas zonas se localizan en sectores de mayor altitud relativa y lejos de la dinámica fluvial, presentando un riesgo de anegamiento mínimo. Su ubicación y características geomorfológicas las hacen más adecuadas para proyectos de infraestructura crítica y para una expansión urbana planificada y controlada.

### **Comparación y Validación del Modelo**

Al contrastar los patrones espaciales del modelo con la información territorial y los antecedentes de afectaciones en el municipio de Garzón, se evidencia una alta coherencia y validez técnica. Las áreas clasificadas como de riesgo más alto replican con precisión las zonas que históricamente han sido identificadas en el Huila como vulnerables a crecientes súbitas y desbordamientos prolongados (UNGRD, s.f.).

El modelo valida que los impactos recurrentes que ha enfrentado el municipio —como la pérdida de cosechas, daños a vías de acceso secundarias, interrupción de servicios básicos y afectaciones en la vivienda— están intrínsecamente ligados a la cercanía con la red hídrica. La correlación entre la distribución de las categorías de riesgo y los sectores habitacionales o productivos históricamente afectados fortalece la confiabilidad del producto cartográfico (Alcaldía de Garzón, 2007).

Esta validación histórica convierte el mapa de susceptibilidad en un instrumento técnico de gran valor para la gestión del riesgo local. Permite a las autoridades y entidades de planeación identificar con certeza dónde se deben priorizar las medidas estructurales (como obras de protección o jarillones) y las medidas no estructurales (como sistemas de alerta temprana y restricciones en el uso del suelo) para mitigar el impacto futuro de eventos climáticos extremos.

En definitiva, la gestión del riesgo en Garzón debe enfocarse en la protección de este 25.2% de territorio crítico, adoptando un enfoque de desarrollo sostenible que armonice el uso del suelo con la dinámica natural de sus sistemas hídricos.

## Conclusiones.

1. **Delimitación y Cuantificación del Riesgo Crítico:** La implementación del análisis multicriterio y el posterior flujo vectorial (cuyo resultado se evidencia en la Figura 5 y la Tabla 1) permitió delimitar de forma precisa la exposición del municipio. Se determinó que el 25.2% del territorio de Garzón se encuentra clasificado en las categorías de Riesgo Alto y Muy Alto (sumatoria del 16.8% y 8.4% respectivamente). Esta cuantificación es la principal determinante espacial del estudio y confirma que la problemática de inundación no es marginal, sino que afecta una cuarta parte de la jurisdicción, concentrada en las áreas de valle aluvial.
2. **Implicaciones Directas para el Ordenamiento Territorial (PBOT):** El producto cartográfico final (presentado en la Figura 6) demuestra que las áreas más críticas se concentran inequívocamente en las planicies aluviales y las zonas de baja pendiente cercanas a la red hídrica principal. Esta zonificación obliga a que la Alcaldía de Garzón considere estas áreas como Suelo de Protección por Amenaza y Riesgo No Mitigable dentro de su Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT), priorizando la restricción estricta de nuevos asentamientos humanos e infraestructura, y limitando actividades agropecuarias de alto valor y vulnerabilidad económica.
3. **Utilidad del SIG para la Toma de Decisiones Estratégicas:** La metodología SIG demostró su efectividad como herramienta objetiva para la gestión del riesgo agroambiental. Al integrar variables hidrológicas, geomorfológicas y de cobertura (cuyo proceso vectorial se respalda en la Figura 4), se generó una base de datos vectorial que permite identificar zonas prioritarias para la inversión pública. Las medidas de mitigación y adaptación propuestas están pertinentes y justificadas exclusivamente en la evidencia espacial generada, ofreciendo un soporte técnico irrefutable para mejorar la resiliencia territorial y proteger la vida de los habitantes.

## Recomendaciones.

Las siguientes recomendaciones se formulan desde el enfoque de la Ingeniería Agroforestal y la planificación basada en Sistemas de Información Geográfica (SIG), buscando integrar la gestión del riesgo de inundación con el manejo sostenible de los recursos naturales y la producción en Garzón:

### Zonificación Agroambiental Basada en Susceptibilidad (Uso del SIG como Determinante)

- **Determinante de Riesgo y Conservación Estricta (Riesgo Alto y Muy Alto):** El mapa de susceptibilidad (Figura 6) debe ser el insumo técnico primario para el Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT). Se debe delimitar el 25.2% del territorio clasificado en Riesgo Alto y Muy Alto como Suelo de Protección por Amenaza y Riesgo No Mitigable. Esta categoría implica la prohibición estricta del establecimiento de nueva infraestructura agropecuaria permanente y de la agricultura intensiva, promoviendo su reasignación inmediata a la restauración de la función amortiguadora de los ecosistemas ribereños.
- **Priorización de Usos Sostenibles (Riesgo Bajo y Muy Bajo):** Utilizar las zonas de Riesgo Bajo y Muy Bajo (55.5%) como las áreas preferenciales para el desarrollo de la

infraestructura agroindustrial y la tecnificación de cultivos. Estas zonas deben ser priorizadas para la inversión pública y privada, minimizando la exposición del capital.

#### Implementación de Estrategias de Uso Condicionado y Resiliente

- **Reconversión Productiva en Riesgo Medio (Uso Condicionado):** Promover la implementación de Sistemas Silvopastoriles (SSP) y Sistemas Agroforestales (SAF) en las áreas de Riesgo Medio (19.4%). Estos modelos, al integrar árboles, pastos y cultivos, mejoran la estabilidad del suelo, reducen la escorrentía superficial y ofrecen una mayor resiliencia predial frente a las variaciones hidrológicas que los monocultivos tradicionales.

#### Manejo Integrado del Recurso Hídrico y Suelo

- **Restauración de la Estructura Ecológica Principal:** Utilizar el mapa como guía precisa para la recuperación y el enriquecimiento vegetal de las Rondas Hídricas Protectoras (RHP). Desde la Ingeniería Agroforestal, se debe priorizar el uso de especies nativas que estabilicen taludes y aumenten la capacidad de infiltración, mitigando la erosión y el aporte de sedimentos a los cauces.
- **Prácticas de Conservación de Suelos:** Fomentar prácticas de Agricultura de Conservación (ej. labranza mínima, cultivos de cobertura) en las zonas de riesgo productivo, enfocadas en mejorar la estructura del suelo para aumentar su capacidad de retención hídrica y reducir los flujos superficiales rápidos que intensifican las inundaciones.

#### Monitoreo y Planificación Dinámica (Profundización en SIG)

- **Desarrollo de un Visor Geográfico:** Se recomienda la creación de un visor web cartográfico que integre el mapa de susceptibilidad con información agropecuaria (tipos de cultivo, inventario de infraestructura). Esto facilitará a los técnicos y planificadores locales la consulta y toma de decisiones en tiempo real sobre la aptitud del suelo y el manejo de emergencias agroambientales.

## Bibliografía

- Alcaldía de Garzón. (2007). Acuerdo No. 032 de 2007: Por medio del cual se modifica parcialmente el Acuerdo 053 de 2000 y se adopta la revisión y actualización al Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT) para el Municipio de Garzón - Huila. Concejo Municipal de Garzón. Recuperado de <https://www.sirhuila.gov.co/media/ZbRepository/ZbFiles/2025/5/0a21b4dc0d0f4c90961a86a7e34c729d.pdf>
- Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM). (2019). FASE DE APRESTAMIENTO PMAM QUEBRADA GARZÓN PRODUCTO 3. Recopilación, análisis y evaluación de la información existente 2019. Neiva: CAM. Recuperado de <https://www.cam.gov.co/index.php/documentos/planes-y-programas>
- Chang, K. (2019). Introduction to Geographic Information Systems. McGraw-Hill Education.
- DANE. (2018). Censo Nacional de Población y Vivienda 2018: Huila. Departamento Administrativo Nacional de Estadística. Recuperado de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-nacional-de-poblacion-y-vivenda-2018>
- Gobernación del Huila. (2017, 2 de noviembre). Gestión del Riesgo entregó nuevo balance de afectaciones por vendaval y crecientes súbitas en zona rural de Garzón. Recuperado de <https://www.huila.gov.co/noticias/gestion-del-riesgo-entrego-nuevo-balance-de-afectaciones-por-vendaval-y-crecientes-subitas-en-zona-rural-de-garzon>
- IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales). (s.f.). Información climática y de precipitación para la zona del Alto Magdalena. Recuperado de <http://www.ideam.gov.co/web/agua/inundaciones>
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). (2007). Adopción del marco geocéntrico nacional de referencia MAGNA-SIRGAS como datum oficial de Colombia. Resolución 68. Bogotá, Colombia: IGAC.
- Jenson, S. K., & Domingue, J. O. (1988). Extracting topographic structure from digital elevation data for geographic information system analysis. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 54(11), 1593–1600.
- Malczewski, J. (2004). GIS-based land-use suitability analysis: A critical overview. *Progress in Planning*, 62(1), 3-65.
- Tarboton, D. G. (1997). A new method for the determination of flow directions and upslope areas in grid digital elevation models. *Water Resources Research*, 33(2), 309–319.
- UNGRD (Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres). (2024, 31 de mayo). Colombia registró 350 emergencias por lluvias en mayo. Recuperado de

<https://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/Noticias/2024/05/Colombia-registro-350-emergencias-por-lluvias-en-mayo.aspx>

**Enlace de sustentación:** <https://youtu.be/xtc5Kom0AH8>